



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 27 588 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 08 B 21/02
B 60 C 23/00

⑳ Aktenzeichen: 102 27 588.2
㉔ Anmeldetag: 20. 6. 2002
㉕ Offenlegungstag: 23. 1. 2003

③① Unionspriorität:
192672/01 26. 06. 2001 JP

㉚ Anmelder:
The Yokohama Rubber Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

㉛ Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

㉚ Erfinder:
Kogure, Tomohiko, Hiratsuka, Kanagawa, JP;
Tozawa, Yukio, Hiratsuka, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ System zum Informieren einer Person über einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens

⑤⑦ Durch die vorliegende Erfindung wird ein System zum Informieren eines Fahrers eines Fahrzeugs über einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens bereitgestellt, wobei das System aufweist: eine Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung zum Berechnen eines Gefahrenpegelbestimmungswertes, der eine Kenngröße anzeigt, die eine Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens darstellt, von einem gemessenen Reifenfülldruck und einer gemessenen Reifenlaufgeschwindigkeit unter Verwendung charakteristischer Gefahrenpegelbestimmungsfunktionen, um den Gefahrenpegel gemäß dem berechneten Wert zu bestimmen. Die charakteristische Bestimmungsfunktion ist eine Funktion einer Reifenlaufgeschwindigkeit und eines Reifenfülldrucks, wobei ein Funktionswert monoton zunimmt, wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit zunimmt, und wenn der Reifenfülldruck abnimmt. Der Gefahrenpegelbestimmungswert wird durch Addieren eines Summenwertes, der gemäß der Nutzungsdauer des Reifens bestimmt wird, zu einem Wert erhalten, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion gemäß der gemessenen Reifenlaufgeschwindigkeit und dem gemessenen Reifenfülldruck berechnet wird.

DE 102 27 588 A 1

DE 102 27 588 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zum Informieren einer Person über einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens, das einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Schadens bzw. eines Versagens eines an einem Automobil oder an einem ähnlichen Fahrzeug montierten Reifens bestimmt und einen Fahrer darüber informiert.

[0002] Gegenwärtig, wo Fahrzeuge immer schneller werden, muß ein an einem Fahrzeug montierter Reifen bei einer hohen Geschwindigkeit sicher funktionieren. Daher sind bezüglich der Lebensdauer montierter Reifen wesentliche Verbesserungen erreicht worden und insbesondere bezüglich der Lebensdauer bei einer Fahrt mit hoher Geschwindigkeit. Daher besteht gegenwärtig nahezu kein Problem hinsichtlich eines Versagens, einer Explosion oder eines ähnlichen Schadens eines montierten Reifens, wenn er normal läuft.

[0003] In Fällen, in denen der montierte Reifen verwendet wird, während der Reifendruck oder Reifenfülldruck wesentlich abgenommen hat, oder wenn das Fahrzeug für eine lange Zeitdauer bei einer extrem hohen Geschwindigkeit fährt, oder wenn eine schwere Belastung auf den montierten Reifen ausgeübt wird, besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit dafür, daß Reifenlaufflächelemente vom Reifenhauptkörper wegbrechen, oder daß ein Endabschnitt einer Reifengürtellage wegbreicht, die aus einem vom Reifenhauptkörper getrennten Stahlgürtel besteht. D. h., es besteht ein erhöhter Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens. Außerdem besteht, wenn solche Bedingungen fortgesetzt vorliegen, eine erhöhte Gefahr, daß der montierte Reifen schließlich versagt und explodiert.

[0004] Daher sind verschiedenartige Vorschläge für ein Luftdruckwarnsystem gemacht worden, das den Reifenfülldruck permanent überwacht und den Fahrer über einen Abfall des Reifenfülldrucks informiert, wenn der Reifenfülldruck einen vorgegebenen Wert unterschreitet.

[0005] Das vorstehend erwähnte Luftdruckwarnsystem überwacht permanent den Reifenfülldruck, und das System ist für einen Fall geeignet, in dem der Reifenfülldruck aufgrund einer spezifischen Ursache extrem abnimmt, oder für einen Fall, in dem der Reifen z. B. ein Loch hat und der Reifenfülldruck allmählich absinkt. In einem Fall, in dem der Reifen unter einer Bedingung verwendet wird, gemäß der sich die Reifennutzungsbedingungen auf komplizierte Weise überlappen, z. B. in einem Fall, in dem der Reifenfülldruck relativ niedrig ist und eine relativ hohe Belastung auf den montierten Reifen ausgeübt wird, während das Fahrzeug für eine relativ lange Zeitdauer mit einer hohen Geschwindigkeit fährt, ist eine einfache permanente Überwachung des Reifenfülldrucks nicht dazu geeignet, vorauszubestimmen und den Fahrer darüber zu informieren, daß der Gefahrenpegel für das Auftreten eines Schadens des montierten Reifens groß geworden ist, bevor der Schaden auftritt. Wenn der Schaden aufgetreten ist, besteht, auch wenn das Luftdruckwarnsystem basierend auf dem Abfall des Reifenfülldrucks eine Warnung erzeugt, die Gefahr, daß der Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug verliert und einen Unfall verursacht.

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die vorstehend erwähnten Probleme zu lösen und ein System bereitzustellen, das eine Person über einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens informiert, das dazu geeignet ist, den Fahrer über einen hohen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens zu informieren und zu warnen, bevor der Reifenschaden auftritt, auch wenn ein an einem Automobil oder einem ähnlichen Fahrzeug montier-

ter Reifen unter verschiedenartigen, sich überlappenden Bedingungen verwendet wird.

[0007] Durch die Erfindung wird ein System bereitgestellt, das einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens eines an einem Fahrzeug montierten Reifens beurteilt oder bestimmt und eine Person gemäß dem Beurteilungs- oder Bestimmungsergebnis über den Gefahrenpegel informiert, wobei das System aufweist: eine Reifenfülldruckmeßeinrichtung zum Überwachen eines Reifenfülldrucks des montierten Reifens; eine Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung zum Überwachen einer Reifenlaufgeschwindigkeit des montierten Reifens; eine Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung, die mindestens in einem Fall, gemäß dem die durch die Überwachung erhaltene Reifenlaufgeschwindigkeit höher ist als eine vorgegebene Bezugsgeschwindigkeit, einen Gefahrenpegelbestimmungswert, der eine Kenngröße anzeigt, die eine Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens darstellt, aus dem durch die Überwachung durch die Reifenfülldrucküberwachungseinrichtung erhaltenen Reifenfülldruck und aus der durch die Überwachung durch die Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung erhaltenen Reifenlaufgeschwindigkeit basierend auf einer Gefahrenpegelbestimmungsfunktion berechnet und den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens vom Gefahrenpegelbestimmungswert bestimmt; und eine Anzeigeeinrichtung zum Informieren einer Person über den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens gemäß einem Bestimmungsergebnis für den Gefahrenpegel, wobei die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion eine Funktion der Reifenlaufgeschwindigkeit und des Reifenfülldrucks ist, wobei, zumindest wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit eine vorgegebene Bezugsgeschwindigkeit überschreitet, der Funktionswert monoton ansteigt, wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit zunimmt, und der Funktionswert ansteigt, wenn der Reifenfülldruck abnimmt.

[0008] Vorzugsweise weist die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion eine erste lineare Funktion auf, die in einem Geschwindigkeitsbereich definiert ist, in dem die Geschwindigkeit kleiner ist als die Bezugsgeschwindigkeit oder ihr gleicht, wobei der Funktionswert dieser Funktion unabhängig von einer Erhöhung der Reifenlaufgeschwindigkeit konstant bleibt oder linear mit der Reifenlaufgeschwindigkeit zunimmt, und eine zweite lineare Funktion, die in einem Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit definiert ist, wobei ein Funktionswert dieser Funktion linear mit der Reifenlaufgeschwindigkeit zunimmt; wobei die erste lineare Funktion und die zweite lineare Funktion bei der Bezugsgeschwindigkeit verbunden sind und ein Gradient der zweiten linearen Funktion bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit größer ist als ein Gradient der ersten linearen Funktion bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit.

[0009] Noch bevorzugter sind der Gradient der ersten linearen Funktion und der Gradient der zweiten linearen Funktion durch den Reifenfülldruck bestimmt.

[0010] Noch bevorzugter ist der Gradient der ersten linearen Funktion größer oder gleich 0 und kleiner oder gleich dem 0,02-fachen eines berechneten Wertes, der von der ersten linearen Funktion bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit von 0 unter der Bedingung erzeugt wird, daß ein vorgeschriebener Reifenfülldruck des montierten Reifens eingestellt ist; und der Gradient der zweiten linearen Funktion ist größer als das 0,02-fache und kleiner oder gleich dem 1,0-fachen des berechneten Wertes, der von der ersten linearen Funktion bei der Reifenlaufgeschwindigkeit von 0 unter der vorstehend erwähnten Bedingung erzeugt wird.

[0011] Außerdem ist bevorzugt, daß die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung einen Summenwert, der gemäß der

Nutzungsdauer des montierten Reifens bestimmt wird, zu einem berechneten Wert addiert, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion erzeugt wird, wodurch der Gefahrenpegelbestimmungswert berechnet wird.

[0012] Noch bevorzugter multipliziert die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung eine Nutzungsdauer des montierten Reifens mit einem Funktions-Referenzwert, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit berechnet wird, die durch Multiplizieren der Bezugsgeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Wert (>1) erzeugt wird, wodurch der Summenwert erhalten wird.

[0013] Alternativ multipliziert die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung vorzugsweise eine Summe von vorangehend von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion berechneten Werten für den montierten Reifen mit einem Funktions-Referenzwert, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit berechnet wird, die durch Multiplizieren der Bezugsgeschwindigkeit mit dem vorgegebenen Wert (>1) erzeugt wird, wodurch der Summenwert erhalten wird.

[0014] Alternativ berechnet die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung noch bevorzugter einen gewichteten Mittelwert zwischen: (1) einem Wert, der durch Multiplizieren eines Produkts aus einer Nutzungsdauer des montierten Reifens und einem Funktions-Referenzwert, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit erhalten wird, die durch Multiplizieren der Bezugsgeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Wert (>1) erhalten wird, mit einer vorgegebenen Anzahl erzeugt wird; und (2) einem Wert, der durch Multiplizieren eines Produkts aus einer Summe von vorangehend von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion berechneten Werten für den montierten Reifen und dem Funktions-Referenzwert, mit einer vorgegebenen Anzahl erzeugt wird, wodurch der Summenwert erhalten wird.

[0015] Außerdem ist bevorzugt, daß die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion, wenn der Reifenfülldruck ein fester Wert ist, bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit eine Funktion ist, die erhalten wird durch Nähern einer charakteristischen Funktion eines Rollwiderstandswertes, die eine Abhängigkeit des Rollwiderstands des montierten Reifens von der Reifenlaufgeschwindigkeit anzeigt, wobei zwei geradlinige oder gekrümmte Funktionen verwendet werden, die bei der Bezugsgeschwindigkeit miteinander verbunden sind, und durch Multiplizieren der geradlinigen oder gekrümmten Funktion mit einem vorgegebenen Koeffizienten; wobei der Koeffizient, der im Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit verwendet wird, dem Koeffizienten, der im Geschwindigkeitsbereich verwendet wird, in dem die Geschwindigkeit der Bezugsgeschwindigkeit gleicht oder kleiner als dieser ist, gleicht oder größer als dieser ist.

[0016] Außerdem ist bevorzugt, daß Empfindlichkeitskoeffizienten, die Gradienten der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit anzeigen, und die einen ersten Empfindlichkeitskoeffizienten für einen Geschwindigkeitsbereich, in dem die Geschwindigkeit der Bezugsgeschwindigkeit gleicht oder kleiner als diese ist, und einen zweiten Empfindlichkeitskoeffizienten für einen Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit aufweisen, linear abnehmen, wenn der Reifenfülldruck zunimmt.

[0017] Das System weist ferner vorzugsweise eine Belastungsmeßeinrichtung zum Überwachen einer Reifenbelastung während der Fahrt des Fahrzeugs auf, wobei die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung ein Reifenbelastungsverhältnis basierend auf einer durch die Überwachung durch die Belastungsmeßeinrichtung erhaltenen Belastung berech-

net und einen berechneten Wert setzt, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion basierend auf dem Reifenbelastungsverhältnis berechnet wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] In den beigefügten Zeichnungen zeigen:

[0019] Fig. 1 ein Blockdiagramm zum Darstellen einer Konfiguration eines Beispiels eines erfindungsgemäßen Systems zum Informieren eines Fahrers über einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens;

[0020] Fig. 2 ein Diagramm zum Erläutern einer im erfindungsgemäßen System verwendeten Reifenlaufgeschwindigkeitsabhängigkeit einer Gefahrenpegelbestimmungsfunktion;

[0021] Fig. 3 ein Diagramm zum Erläutern einer im erfindungsgemäßen System verwendeten Reifenfülldruckabhängigkeit einer Gefahrenpegelbestimmungsfunktion;

[0022] Fig. 4 ein Diagramm zum Darstellen eines Beispiels einer Geschwindigkeitsabhängigkeit eines Reifenrollwiderstandswertes;

[0023] Fig. 5 ein Diagramm zum Darstellen eines anderen Beispiels einer Geschwindigkeitsabhängigkeit eines Reifenrollwiderstandswertes;

[0024] Fig. 6 ein Diagramm zum Erläutern eines Beispiels einer im erfindungsgemäßen System vorgesehenen Berechnung eines Gefahrenpegelbestimmungswertes; und

[0025] Fig. 7 ein Diagramm zum Erläutern eines anderen Beispiels einer im erfindungsgemäßen System vorgesehenen Berechnung eines Gefahrenpegelbestimmungswertes.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0026] Nachstehend wird ein erfindungsgemäßes System zum Informieren einer Person über einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens anhand einer bevorzugten Ausführungsform erläutert.

[0027] Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm zum Darstellen einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems 10 zum Informieren einer Person über einen Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens (nachstehend als "System" bezeichnet).

[0028] Das System 10 ist ein Informationsgabe- oder Anzeigesystem, das in einem Fahrzeug installiert ist, an dem vier Reifen montiert sind, und das System 10 weist hauptsächlich eine Reifenfülldruckmeßeinrichtung 12, eine Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 14, eine Reifenbelastungsmeßeinrichtung 16, eine Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18, eine Anzeigeeinrichtung 20 und eine automatische Fahrzeugsteuerung 22 auf.

[0029] Die Reifenfülldruckmeßeinrichtung 12 ist eine Einrichtung zum Überwachen des Reifenfülldrucks jedes an den Rädern montierten Reifens des Fahrzeugs. Für diesen Zweck wird eine bekannte Meßeinrichtung verwendet. Beispielsweise kann eine Luftdruckmeßeinrichtung verwendet werden, wobei eine Felge, auf der der Reifen montiert ist, eine Öffnung aufweist, die mit einem Reifenhohlraumabschnitt kommuniziert, der mit Luft mit einem vorgegebenen Innendruck gefüllt ist, und ein Druckmesser so angeordnet ist, daß er die Öffnung verschließt, die durch die Felge gebildet worden ist, um den Innendruck des Reifens zu messen. Alternativ kann ein drahtloses Send-/Empfangssystem verwendet werden, wobei ein Funksender und ein Drucksensor in einem Sender mit einem Druckmesser integriert sind, der an einer Innenumfangsfläche des Reifenhohlraumabschnitts befestigt ist, und dann wird der Innendruck des Reifens gemessen, und ein am Hauptkörper des Fahrzeugs installierter

Empfänger empfängt Informationen über den Innendruck, der gemessen und übertragen worden ist.

[0030] In der vorstehend erwähnten Reifenfülldruckmeßeinrichtung 12 wird der Reifenfülldruck an jedem Rad in vorgegebenen Zeitintervallen von beispielsweise einer Minute gemessen, und der Meßwert wird an die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 übertragen. Der Reifenfülldruck an jedem Rad wird durch einen Reifenfülldruck (Luftdruck) P dargestellt.

[0031] Die Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 14 ist eine Einrichtung zum Messen und Überwachen einer Laufgeschwindigkeit des an jedem Rad montierten Reifens. Wenn beispielsweise vorausgesetzt wird, daß der Rollradius des Reifens bekannt ist, wird die gemessene Drehzahl des montierten Reifens mit dem Rollradius multipliziert, um die Reifenlaufgeschwindigkeit zu berechnen. Eine für ein ABS-System verwendete Fahrzeuglaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung kann ebenfalls als Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 14 verwendet werden.

[0032] In der Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 14 wird die Reifenlaufgeschwindigkeit an jedem Rad in regelmäßigen Zeitintervallen, z. B. etwa 1-mal pro 0,5 s, abgetastet, und es wird eine mittlere Reifenlaufgeschwindigkeit für beispielsweise 10 s bestimmt und an die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 übertragen. Die Reifenlaufgeschwindigkeit an jedem Rad wird durch eine Reifenlaufgeschwindigkeit V dargestellt.

[0033] Die Reifenbelastungsmeßeinrichtung 16 ist eine Einrichtung zum Messen und Überwachen einer Belastung, die auf den an jedem Rad montierten Reifen ausgeübt wird. Beispielsweise ist am oberen Halterungsabschnitt einer Schraubenfeder der Aufhängung des montierten Reifens eine Meßdose befestigt, durch die die auf den montierten Reifen ausgeübte Belastung gemessen wird.

[0034] In der vorstehend erwähnten Reifenbelastungsmeßeinrichtung 16 wird die Reifenbelastung an jedem Rad in vorgegebenen Zeitintervallen, beispielsweise 1-mal je 0,5 s, abgetastet, und es wird eine mittlere Belastung für z. B. 10 s erhalten, und der gemessene Belastungswert wird der Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 zugeführt. Die Reifenbelastung an jedem Rad wird durch eine Reifenbelastung L dargestellt.

[0035] Die mit der Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 verbundene Anzeigeeinrichtung 20 ist eine Einrichtung, die einen Fahrer gemäß Bestimmungsergebnissen für den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens, der durch die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 gemäß der nachstehenden Beschreibung bestimmt wird, über den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens informiert. Die Einrichtung 20 kann eine Sprachausgabeeinrichtung sein, die einen Fahrer basierend auf einem von der Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 übertragenen Anzeigepelgsignal akustisch warnt, oder eine Sichtanzeige unter Verwendung eines im Fahrzeug angeordneten Displays oder einer ähnlichen Einrichtung, um den Fahrer visuell oder optisch über den Gefahrenpegel zu informieren. Alternativ kann das durch den Fahrer gesteuerte Lenkrad in leichte Vibration versetzt werden, um den Fahrer durch physische Wahrnehmung zu warnen.

[0036] Die mit der Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 verbundene automatische Fahrzeugsteuerung 22 ist eine Einrichtung zum automatischen Steuern der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs gemäß den Bestimmungsergebnissen für den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens, der durch die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 bestimmt wird.

[0037] Die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 ist eine Einrichtung zum Berechnen eines Gefahrenpegelbe-

stimmungswertes, der eine Kenngröße darstellt, die eine Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens anzeigt, basierend auf dem durch die Reifenfülldruckmeßeinrichtung 12 gemessenen Reifenfülldruck P, der durch die Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 14 erhaltenen Reifenlaufgeschwindigkeit V und der durch die Reifenbelastungsmeßeinrichtung 16 erhaltenen Reifenbelastung L, und zum Bestimmen des Gefahrenpegels für das Auftreten eines Reifenschadens.

[0038] Die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 weist hauptsächlich einen W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a, einen W-Wert-Integrationsabschnitt 18b, einen Anzeigepelgsbestimmungsabschnitt 18c und einen Signalerzeugungsabschnitt 18d und ferner einen Speicher 18e und einen Zeitgeber 18f auf.

[0039] Der W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a ist ein Abschnitt, der Informationen über eine im Speicher 18e gespeicherten Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F abrufen, die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F definiert und einen Funktionswert W_0 basierend auf der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F und dem Reifenfülldruck P, der Reifenlaufgeschwindigkeit V und der Reifenbelastung L berechnet.

[0040] Wie in Fig. 2 dargestellt, wird, wenn der Reifenfülldruck P konstant ist und die Reifenlaufgeschwindigkeit V in einer horizontalen Achse und der Funktionswert W_0 in einer vertikalen Achse dargestellt wird, die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F durch eine lineare Funktion L_1 und eine lineare Funktion L_2 gebildet, wobei die lineare Funktion L_1 und die lineare Funktion L_2 bei einer Bezugsgeschwindigkeit V_c miteinander verbunden sind. Außerdem hat die lineare Funktion L_1 einen Wert W_b , wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit $V = 0$ beträgt. Wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit V zunimmt, nimmt auch der Funktionswert W_0 linear zu. Außerdem ist die lineare Funktion L_2 an der Stelle, an der die Reifenlaufgeschwindigkeit $V = V_c$ beträgt, mit der linearen Funktion L_1 verbunden, und wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit V zunimmt, nimmt der Funktionswert W_0 linear zu. Außerdem ist ein Empfindlichkeitskoeffizient, der einen Gradienten der linearen Funktion L_2 bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit darstellt, größer als ein Empfindlichkeitskoeffizient, der einen Gradienten der linearen Funktion L_1 bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit darstellt, und der Empfindlichkeitskoeffizient der linearen Funktion L_1 und der Empfindlichkeitskoeffizient der linearen Funktion L_2 sind jeweils Funktionen des Reifenfülldrucks. Außerdem nehmen sie linear zu, wenn der Reifenfülldruck abnimmt, während der Empfindlichkeitskoeffizient der linearen Funktion L_2 kontinuierlich größer ist als der Empfindlichkeitskoeffizient der linearen Funktion L_1 . Alternativ nehmen die Empfindlichkeitskoeffizienten mit zunehmendem Reifenfülldruck ab.

[0041] In der vorliegenden Ausführungsform sind, wenn die Bezugsgeschwindigkeit V_c als Grenzwert verwendet wird, Funktionen, die gemäß der vorstehenden Beschreibung für einen Bereich ober- und unterhalb der Bezugsgeschwindigkeit V_c getrennt definiert sind, jeweils als lineare Funktionen dargestellt. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt. An Stelle der linearen Funktionen können jedoch auch durch Kurven dargestellte nichtlineare Funktionen verwendet werden. Mindestens in einem Zustand, in dem die Reifenlaufgeschwindigkeit größer ist als die Bezugsgeschwindigkeit V_c , ist es ausreichend, wenn die Funktion eine Funktion ist, deren Funktionswert W_0 monoton zunimmt, wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit V zunimmt und wenn der Luftdruck P abnimmt.

[0042] Es ist bevorzugt, daß der vorstehend erwähnte

Empfindlichkeitskoeffizient (α) und der Empfindlichkeitskoeffizient (β) der linearen Funktionen L_1 und L_2 für einen für den montierten Reifen des Fahrzeugs vorgeschriebenen Reifenfülldruck P_0 die folgenden Werte bezüglich des Wertes W_b aufweisen, wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit $V = 0$ beträgt. Hierbei ist der vorgeschriebene Reifenfülldruck ein Reifeninnendruck, der als Standard-Reifenfülldruck für jedes Fahrzeug vorgegeben ist, wobei der vorgeschriebene Reifenfülldruck auf einem Etikett angegeben ist, das an einer Tür des Hauptkörpers des Fahrzeugs befestigt ist, und außerdem in einer Bedienungsanleitung für das Fahrzeug angegeben ist.

$$\alpha(P_0) = 0 \text{ bis } 0,02 \times W_b \text{ (1/(km/h))}$$

$$\beta(P_0) = 0,02 \times W_b \text{ bis } 1,0 \times W_b \text{ (1/(km/h))}$$

[0043] Außerdem wird, wie in Fig. 3 dargestellt, die Abhängigkeit der Empfindlichkeitskoeffizienten α und β vom Reifenfülldruck durch eine lineare Funktion dargestellt, die linear proportional zum Reifenfülldruck ist. Vorzugsweise weisen Gradienten $C\alpha$ und $C\beta$ dieser beiden Funktionen Werte im Bereich von $-0,002$ bis $-0,5$ (1/kPa) auf.

[0044] Der Wert von W_b ist genormt und wird im voraus gesetzt oder basierend auf einem Setzwert der nachstehend beschriebenen Gefahrenpegelbestimmungswerte W_1 bis W_n .

[0045] Wie vorstehend beschrieben wurde, kann die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F unter Verwendung der linearen Funktionen L_1 und L_2 dargestellt werden, weil die vorliegenden Erfinder die folgenden Punkte festgestellt haben.

[0046] D. h., die vorliegenden Erfinder haben folgendes festgestellt: ein Reifenschaden tritt bei am Fahrzeug montierten Reifen derart auf, daß ein Reifenlauffächenelement vom Hauptkörper des Reifens wegbricht oder ein Endabschnitt des Reifengürtelelements vom Hauptkörper des Reifens wegbricht oder aufgrund einer ähnliche Ursache. Jeder Schaden entspricht einem Schaden oder ist einem Schaden sehr ähnlich, der in einem Indoor-Test schließlich am Reifen auftritt, bei dem der Reifen auf einer Indoor-Trommel läuft, wobei die Reifenlaufgeschwindigkeit in festen Zeitintervallen graduell erhöht wird und der Reifenrollwiderstand gemessen wird. Wenn der Indoor-Test ausgeführt wird, kann der Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens am montierten Reifen unter Verwendung der Bestimmungsfunktion abgeschätzt werden, die die gleiche Tendenz hat wie die charakteristische Funktion des gemessenen Rollwiderstands.

[0047] Nachstehend wird ein Detail des Verhaltens eines Abschnitts des entlang einer Umfangsrichtung laufenden Reifens erläutert: eine periodische Störung zeigt sich im allgemeinen, wenn ein Abschnitt eines Reifenelements aufgrund einer Reifenverformung eine Störung erfährt, wenn der Abschnitt sich zu einer Bodenkontaktseite an der Unterseite des Reifens dreht, woraufhin der Abschnitt des Reifenelements wieder seine ursprüngliche Form annimmt, wenn der Abschnitt sich von der Bodenkontaktseite weg dreht. Gleichzeitig wird ein Teil der Störungsenergie des Reifens in Wärme umgewandelt, die sich im Reifenelement akkumuliert, z. B. im Reifenlauffächenelement oder im Reifengürtelelement, wodurch eine Wärmestörung von Materialeigenschaften des Reifenelements oder eine Störung des Haftvermögens zwischen Reifenelementen verursacht wird, was eine Ursache für einen Reifenschaden darstellt. Insbesondere wird, wenn die Drehzahl des Reifens zunimmt, durch eine durch die hohe Drehzahl des Reifens erzeugte Zentrifugalkraft veranlaßt, daß der Reifenaußenumfang zunimmt, wodurch der Störungsgrad aufgrund der Verformung an der

Bodenkontaktseite zunimmt. Daher gilt, je höher die Drehzahl des Reifens ist, desto größer ist die erzeugte Wärme und desto größer ist die Störung, so daß ein Reifenschaden leichter auftreten kann. Der Rollwiderstand, der gemessen wird, während der Reifen sich dreht, zeigt einen Grad an, in dem der Teil der Störungsenergie des rollenden Reifens in Wärme umgewandelt wird und ein Widerstand wird. Daher kann der Rollwiderstand als Kenngröße zum Anzeigen des Gefahrenpegels für das Auftreten eines Reifenschadens verwendet werden.

[0048] Fig. 4 zeigt die Abhängigkeit eines unter Verwendung von zwei Pkw-Reifen des Typs 185/65R14 (Reifen für den S- und den H-Geschwindigkeitsbereich) gemessenen Rollwiderstandswertes von der Geschwindigkeit. Der Reifenfülldruck beträgt 200 kPa. Demgemäß wird jede der charakteristischen Funktionen, die die Geschwindigkeitsabhängigkeiten der Rollwiderstandswerte des S-Bereich-Reifens und des H-Bereich-Reifens darstellen, durch eine Funktion dargestellt, die im wesentlichen aus zwei geraden Linien besteht. Hierbei hat der H-Bereich-Reifen im Gegensatz zum S-Bereich-Reifen eine Gürtelkonstruktion mit einer zusätzlichen Verstärkungslage, die aus organischem Fasermaterial besteht und auf den Umfang der Reifengürtellage aufgebracht ist, um eine Erweiterung oder Ausdehnung des Reifens nach außen aufgrund der Zentrifugalkraft zu unterdrücken, die erzeugt wird, wenn der Reifen sich mit einer hohen Drehzahl dreht. Daher ist die Geschwindigkeitsabhängigkeit des Rollwiderstandswertes für den H-Bereich-Reifen klein, und in Fig. 4 nimmt die Differenz zwischen dem Rollwiderstandswert für den H-Bereich-Reifen und dem Rollwiderstandswert für den S-Bereich-Reifen über 100 km/h oder mehr zu. Außerdem ist, wenn die Geschwindigkeiten, bei denen die Rollwiderstandswerte beginnen drastisch zuzunehmen, verglichen werden, eine Geschwindigkeit V_h für den H-Bereich-Reifen relativ größer als eine Geschwindigkeit V_s für den S-Bereich-Reifen, wie in Fig. 4 dargestellt. Daher wird vorausgesetzt, daß die Gefahr für das Auftreten eines Reifenschadens für einen H-Bereich-Reifen geringer ist als für einen S-Bereich-Reifen. Tatsächlich zeigt sich, daß die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens bei einer Fahrt mit hoher Geschwindigkeit für den H-Bereich-Reifen geringer ist als für den S-Bereich-Reifen. [0049] Außerdem zeigt Fig. 5 eine Änderung der Geschwindigkeitsabhängigkeit des Rollwiderstandswertes bezüglich des Reifenfülldrucks für den in Fig. 4 dargestellten S-Bereich-Reifen.

[0050] Daher gilt: je geringer der Reifenfülldruck ist, desto größer ist die auf das Reifenelement wirkende Störung, und der Rollwiderstand nimmt ebenfalls zu und die Wärmezeugung des Reifens nimmt zu, so daß vorausgesetzt wird, daß der Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens zunimmt. Tatsächlich zeigt sich, daß, wenn der Reifenfülldruck reduziert ist, die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens bei einer Fahrt mit hoher Geschwindigkeit zunimmt. Auch in diesem Fall wird eine charakteristische Funktion zum Darstellen der Geschwindigkeitsabhängigkeit des Rollwiderstandswertes unter Verwendung einer Funktion dargestellt, die im wesentlichen aus zwei geraden Linien besteht.

[0051] Wie vorstehend beschrieben, ist die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F erfindungsgemäß eine ähnliche Funktion wie die charakteristische Funktion der Geschwindigkeitsabhängigkeit des Fahrzeugrollwiderstandswertes. D. h., daß der Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens durch eine Funktion abgeschätzt und bestimmt werden kann, die im wesentlichen aus zwei geraden Linien besteht.

[0052] Beispielsweise kann, wenn im Fall des in Fig. 4

dargestellten S-Bereich-Reifens die Geschwindigkeit V_s als Bezugsgeschwindigkeit V_c betrachtet wird, die lineare Funktion L_1 durch eine lineare Funktion dargestellt werden, die näherungsweise einer Funktion in einem Geschwindigkeitsbereich entspricht, in dem die Geschwindigkeit der in Fig. 4 dargestellten Geschwindigkeit V_s des Rollwiderstandes, multipliziert mit dem Faktor γ_1 , gleich oder kleiner ist. Die lineare Funktion L_2 kann durch eine lineare Funktion dargestellt werden, die näherungsweise einer Funktion in einem Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Geschwindigkeit V_s des Rollwiderstandes in Fig. 4, multipliziert mit einem Faktor γ_2 entspricht.

[0053] Die Skalierungsfaktoren γ_1 und γ_2 werden gesetzt, indem Informationen über die tatsächliche Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens durch ein Indoor-Trommelexperiment oder auf ähnliche Weise gewonnen werden, oder basierend auf Werten, die als Gefahrenpegelbestimmungswerte W_1 bis W_n gesetzt sind, wie nachstehend beschrieben wird.

[0054] Wenn die Skalierungsfaktoren γ_1 und γ_2 sich voneinander unterscheiden, sind die beiden linearen Funktionen bei der Bezugsgeschwindigkeit V_c nicht miteinander verbunden. Daher können, um zu erreichen, daß die beiden linearen Funktionen in der Nähe der Bezugsgeschwindigkeit V_c glatt miteinander verbunden sind, die Skalierungsfaktoren γ_1 und γ_2 in der Nähe der Bezugsgeschwindigkeit V_c eingestellt werden. Außerdem ist es akzeptierbar, wenn die beiden linearen Funktionen nicht miteinander verbunden sind.

[0055] Wie vorstehend beschrieben, wird erfindungsgemäß die charakteristische Funktion des Reifenrollwiderstandswertes näherungsweise durch zwei gerade oder gekrümmte Funktionen dargestellt, die bei der Bezugsgeschwindigkeit V_c miteinander verbunden sind, und die Funktion, die durch Multiplizieren dieser geraden oder gekrümmten Funktionen mit den Skalierungsfaktoren erhalten wird, wird als Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F festgelegt. Zu diesem Zeitpunkt werden die Skalierungsfaktoren, mit denen die geraden oder gekrümmten Funktionen multipliziert werden, im Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit V_c und im Geschwindigkeitsbereich, in dem die Geschwindigkeit der Bezugsgeschwindigkeit V_c gleich oder kleiner als diese ist, geändert. Die Funktionen müssen Funktionen sein, deren Funktionswert im Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit V_c zunimmt, wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit V zunimmt, und zunimmt, wenn der Reifenfülldruck P abnimmt. In diesem Fall ist es bevorzugt, daß der Wert des im Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit V_c verwendeten Skalierungsfaktors γ_2 dem Wert des im Geschwindigkeitsbereich, in dem die Geschwindigkeit der Bezugsgeschwindigkeit V_c gleich oder kleiner als diese ist, verwendeten Skalierungsfaktors γ_1 gleich oder größer als dieser ist.

[0056] Die Bezugsgeschwindigkeit V_c sollte gemäß dem Reifentyp, der Reifengröße, dem vorgeschriebenen Reifenfülldruck und auch gemäß einer durch einen Standard basierend auf der Geschwindigkeitskategorie des Reifens bestimmten Geschwindigkeit eindeutig gesetzt werden.

[0057] Wie vorstehend beschrieben, verwendet der W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F , die eine Funktion des Reifenfülldrucks P und der Reifenlaufgeschwindigkeit V ist, um den Funktionswert W_0 vom überwachten Reifenfülldruck P und der überwachten Reifenlaufgeschwindigkeit V zu berechnen.

[0058] Außerdem berechnet der W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a ein Reifenbelastungsverhältnis basierend auf der Reifenbelastung L , die durch die Reifenbelastungsmeßeinrichtung 16 überwacht und übertragen wurde, und setzt den

berechneten Funktionswert W_0 gemäß diesem Reifenbelastungsverhältnis.

[0059] Hierbei bezeichnet das Reifenbelastungsverhältnis ein Verhältnis der durch den Überwachungsvorgang erhaltenen Reifenbelastung L . Das Verhältnis bezieht sich auf eine Belastung von 100%, die gemäß der Reifengröße und dem Reifenfülldruck bestimmt ist, die in Standardtabellen gemäß dem Japan Automobile Tire Association Standard (JATMA Year Book), dem Tire and Rim Association Standard (TRA Year Book) bzw. dem European Tyre and Rim Technical Organisation Standard (ETRTO Standards Manual) festgelegt sind. Der W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a teilt dieses Reifenbelastungsverhältnis durch ein Standard-Belastungsverhältnis, das von der Belastung erhalten wird, die unter einer Standardbedingung auf den Reifen ausgeübt wird, und von der 100%-Belastung unter der Standardbedingung, um das Belastungsverhältnis zu erhalten. Dann wird das Belastungsverhältnis als Koeffizient verwendet, mit dem der Funktionswert W_0 multipliziert wird, um eine Einstellung vorzunehmen. Alternativ wird die Einstellung durch Multiplizieren des Funktionswertes W_0 mit einem Koeffizienten vorgenommen, der vom Belastungsverhältnis unter Verwendung einer vorgegebenen Funktion berechnet wird. Es ist bevorzugt, die vorstehend erwähnte Einstellung bezüglich des Funktionswertes W_0 vorzunehmen, um eine präzise Bestimmung des Gefahrenpegels für das Auftreten eines Reifenschadens zu ermöglichen. Gemäß einer einfacheren Konstruktion ist die Reifenbelastungsmeßeinrichtung 16 nicht vorgesehen, wobei der basierend auf dem Reifenfülldruck P und der Reifenlaufgeschwindigkeit V berechnete Funktionswert W_0 verwendet werden kann, ohne daß die Einstellung vorgenommen wird.

[0060] Der gemäß der vorstehenden Beschreibung erhaltene Funktionswert W_0 wird dann dem W-Wert-Integrationsabschnitt 18b zugeführt.

[0061] Im mit dem W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a verbundenen Speicher 18e sind verschiedene Funktionen zum Definieren der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F und verschiedener Parameter zum Einstellen der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F von diesen Funktionen, z. B. die Bezugsgeschwindigkeit V_c , die Empfindlichkeitskoeffizienten α und β oder der W_0 -Wert und ähnliche Parameter, gemäß verschiedenen Bedingungen, z. B. dem Reifentyp, der Reifengröße und dem vorgeschriebenen Reifenfülldruck, und außerdem gemäß der Geschwindigkeitskategorie des Reifens und ähnlichen Bedingungen gespeichert. Die Bedienungsperson gibt Anweisungen, die den Reifentyp, die Reifengröße, den vorgeschriebenen Reifenfülldruck und ähnliche Parameter anzeigen, über eine im Diagramm nicht dargestellte Eingabeeinrichtung ein, woraufhin verschiedene Parameter zum eindeutigen Setzen der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F aufgerufen werden und die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F durch den W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a gesetzt wird.

[0062] Der W-Wert-Integrationsabschnitt 18b ist ein Abschnitt, der einen Summenwert W_a , der gemäß der Nutzungsdauer des Reifens bestimmt wird, zum Funktionswert W_0 addiert, der durch den W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a berechnet und übertragen wird, um den Gefahrenpegelbestimmungswert W zu berechnen.

[0063] D. h., der Gefahrenpegelbestimmungswert W ist ein Wert, der durch Addieren des Summenwertes W_a zum Funktionswert W_0 berechnet wird, der unter Verwendung der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F erhalten wurde, wie in Fig. 6 dargestellt.

[0064] Um den Summenwert W_a zu erhalten, werden Summenwerte W_{a1} und W_{a2} (nachstehend beschrieben) basierend auf einem Funktions-Referenzwert W_c (vergl. Fig.

7) der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit bestimmt, die durch Multiplizieren der Bezugsgeschwindigkeit V_c mit einem vorgegebenen Wert (>1) bestimmt wird, z. B. bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit, die durch Multiplizieren der Bezugsgeschwindigkeit V_c mit dem Faktor 1,1 erhalten wird. Dann wird der Summenwert W_a von den Summenwerten W_{a1} und W_{a2} unter Verwendung gewichteter Koeffizienten C_1 und C_2 erhalten, die folgendermaßen gesetzt werden:

$$W_a = C_1 \cdot W_{a1} + C_2 \cdot W_{a2}$$

[0065] Hierbei wird der Summenwert folgendermaßen bestimmt:

$$W_{a1} = H_1 \cdot Y \cdot W_c$$

[0066] Y bezeichnet die Nutzungsdauer des Reifens in Jahren ausgehend von dem Zeitpunkt, an dem ein neuer Reifen am Fahrzeug montiert wird. Beispielsweise wird für den Y-Wert ein Wert von 1,50 (1 Jahr und 6 Monate) oder ein ähnlicher Wert mit einer ersten und einer zweiten Dezimalstelle eingesetzt. Um den Y-Wert zu erhalten, wird die Nutzungsdauer durch einen Zeitzähler oder Zeitgeber 18f gemessen, der gesetzt wird, wenn der Reifen am Fahrzeug montiert wird.

[0067] Der Summenwert W_{a1} wird durch Multiplizieren eines Produkts aus dem Funktions-Referenzwert W_c und der Nutzungsdauer Y des Reifens in Jahren mit dem Koeffizienten H_1 erhalten. Sowohl der Wert W_c als auch die Nutzungsdauer des Reifens in Jahren werden als Teil einer Ursache der natürlichen Qualitätsabnahme des montierten Reifens mit der Nutzungsdauer des Reifens und des Auftretens eines Reifenschadens während der Fahrt berücksichtigt. Der Grund, warum der Funktions-Referenzwert W_0 verwendet wird, ist, daß das Maß der natürlichen Qualitätsabnahme des montierten Reifens bestimmt werden soll, so daß der Funktions-Referenzwert W_c unter Verwendung eines vorgegebenen Wertes gesetzt wird, der größer ist als eins. Wenn beispielsweise der Funktions-Referenzwert W_c verwendet wird, der den Funktionswert bei einer der 1,1-fachen Bezugsgeschwindigkeit V_c entsprechenden Reifenlaufgeschwindigkeit darstellt, ist es bevorzugt, den Koeffizienten H_1 auf einen Bereich von 0,05–1,0 (pro Jahr) zu setzen.

[0068] Andererseits wird der Summenwert W_{a2} folgendermaßen bestimmt:

$$W_{a2} = H_2 \cdot X \cdot W_c$$

[0069] Hierbei steht X mit einer Summe der vorangehend berechneten Funktionswerte W_{05} in Beziehung. Insbesondere wird x, wie in der folgenden Gleichung dargestellt, durch Aufsummieren des Produkts aus dem in jedem Zeitintervall t erfaßten Funktionswert W_0 und dem Zeitintervall t von dem Zeitpunkt ausgehend erhalten, an dem der Zählvorgang für die Nutzungsdauer des montierten Reifens beginnt.

$$X = \Sigma(W_0 : t)$$

[0070] Außerdem ist es, wenn beispielsweise der Funktions-Referenzwert W_c verwendet wird, der den Funktionswert bei einer der 1,1-fachen Bezugsgeschwindigkeit V_c entsprechenden Reifenlaufgeschwindigkeit darstellt, bevorzugt, den Koeffizienten H_2 auf einen Bereich innerhalb von 0,0005 bis 0,02 (pro Stunde) zu setzen.

[0071] Die Koeffizienten H_1 und H_2 und die gewichteten Koeffizienten C_1 und C_2 sind im Speicher 18e vorgespeichert und werden durch den W-Wert-Integrationsabschnitt

18b abgerufen und dazu verwendet, den vorstehend erwähnten Summenwert W_a zu berechnen.

[0072] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der Summenwert W_a unter Verwendung des gewichteten Mittelwertes der Summenwerte W_{a1} und W_{a2} berechnet, es kann jedoch auch einer der Summenwerte W_{a1} und W_{a2} als der Summenwert W_a verwendet werden.

[0073] Der gemäß der vorstehenden Beschreibung entsprechend der Reifennutzungsdauer erhaltene Summenwert W_a wird im W-Wert-Integrationsabschnitt 18b zum Funktionswert W_0 addiert, um den Gefahrenpegelbestimmungswert W zu berechnen. Der berechnete Gefahrenpegelbestimmungswert W wird an den Anzeigepiegelbestimmungsabschnitt 18c übertragen.

[0074] Der Anzeigepiegelbestimmungsabschnitt 18c ist ein Abschnitt, der den Gefahrenpegel basierend auf dem vom W-Wert-Integrationsabschnitt 18b übertragenen Gefahrenpegelbestimmungswert W in mehreren Pegeln bestimmt. Beispielsweise weist der Anzeigepiegelbestimmungsabschnitt 18c die folgenden gemäß der Höhe des Gefahrenpegelbestimmungswertes festgelegten Bereiche auf: einen normalen Bereich, in dem die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens gering ist und ein normaler Fahrzeugzustand angezeigt wird; einen Aufmerksamkeitsbereich, der anzeigt, daß die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens relativ groß ist; einen Warnbereich, der anzeigt, daß die Reifenlaufgeschwindigkeit reduziert werden sollte, in dem die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens größer geworden ist und in dem es wünschenswert ist, die Reifenlaufgeschwindigkeit zu reduzieren; und einen Warnbereich, der anzeigt, daß das Fahrzeug anhalten sollte, in dem die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens extrem hoch geworden ist und es erforderlich ist, das Fahrzeug unverzüglich zu stoppen. Der Anzeigepiegelbestimmungsabschnitt 18c bestimmt, welchem Bereich der vom W-Wert-Integrationsabschnitt 18b übertragene Gefahrenpegelbestimmungswert W zugeordnet ist und bestimmt den Pegel, der den normalen Bereich, den Aufmerksamkeitsbereich, den Warnbereich, der anzeigt, daß die Reifenlaufgeschwindigkeit reduziert werden sollte, den Warnbereich, der anzeigt, daß das Fahrzeug anhalten sollte, oder einen ähnlichen Bereich anzeigt.

[0075] Die Gefahrenpegelbestimmungswerte W_1 bis W_n (wobei n die Anzahl von zu setzenden Bereichen darstellt), die die vorstehend beschriebenen Bereiche definieren, sind im Speicher 18e vorgespeichert und werden durch den Anzeigepiegelbestimmungsabschnitt 18c abgerufen.

[0076] Die das Bestimmungsergebnis, das bezüglich des Gefahrenpegels für das Auftreten eines Reifenschadens erhalten wird, anzeigende Information wird dem Signalerzeugungsabschnitt 18d zugeführt.

[0077] Der Signalerzeugungsabschnitt 18d ist ein Abschnitt, der ein der Anzeigeeinrichtung 20 und der automatischen Fahrzeugsteuerung 22 zuzuführendes Anzeigepelgsignal basierend auf der Information erzeugt, die das Erfassungsergebnis für den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens anzeigt.

[0078] Anzeigepelgsignale sind im Speicher 18e vorgespeichert, und der Signalerzeugungsabschnitt 18d ruft eines der Anzeigepelgsignale basierend auf der vom Anzeigepelgsignalbestimmungsabschnitt 18c zugeführten Bestimmungsergebnisinformation ab und erzeugt das Signal.

[0079] Das erzeugte Anzeigepelgsignal wird der Anzeigeeinrichtung 20 und der automatischen Fahrzeugsteuerung 22 zugeführt.

[0080] Die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung 18 ist gemäß der vorstehenden Beschreibung konstruiert.

[0081] Gemäß dem vorstehend erwähnten System 10 zum

Informieren eines Fahrers über den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens werden der Reifenfülldruck P, die Reifenlaufgeschwindigkeit V und die Reifenbelastung L, die in vorgegebenen Zeitintervallen von der Reifenfülldruckmeßeinrichtung 12, der Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung 14 und der Reifenbelastungsmeßeinrichtung 16 übertragen werden, durch den W-Wert-Berechnungsabschnitt 18a verwendet, um den Funktionswert W_0 basierend auf der gesetzten Gefahrenpegelbestimmungsfunktion F zu berechnen und einzustellen, und der W-Wert Integrationsabschnitt 18b addiert den Summenwert W_a zum Funktionswert W_0 , um den Gefahrenpegelbestimmungswert W zu berechnen. Außerdem bestimmt der Anzeigepegelbestimmungsabschnitt 18c basierend auf dem berechneten Gefahrenpegelbestimmungswert W den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens.

[0082] Das Anzeigepegelsignal wird basierend auf dem Bestimmungsergebnis erzeugt und zur Anzeigeeinrichtung 20 und zur automatischen Fahrzeugsteuerung 22 übertragen.

[0083] Dadurch gibt die Anzeigeeinrichtung 20 unter Verwendung einer Sprachausgabereinrichtung einen Alarm oder eine Warnmeldung an den Fahrer des Fahrzeugs aus, an dem der Reifen montiert ist, oder stellt den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens auf einem Display oder einer ähnlichen im Fahrzeug angeordneten Einrichtung visuell oder optisch dar.

[0084] Außerdem steuert die automatische Fahrzeugsteuerung 22 die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs, an dem der Reifen montiert ist, basierend auf dem Bestimmungsergebnis, das beispielsweise anzeigt, daß die Fahrgeschwindigkeit vermindert werden sollte, oder daß das Fahrzeug anhalten sollte.

[0085] Es ist offensichtlich, daß das erfindungsgemäße System zum Informieren einer Person über den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens nicht auf die vorstehend dargestellte Ausführungsform und die vorstehende Beschreibung beschränkt ist, sondern innerhalb des Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung können verschiedenartige Verbesserungen und Änderungen vorgenommen werden.

[0086] Wie vorstehend beschrieben, kann auch in dem Fall, wenn ein an einem Fahrzeug montierter Reifen verwendet wird, während sich verschiedenartige Reifennutzungsbedingungen überlappen, der Fahrer über den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens informiert werden, bevor der Reifenschaden auftritt.

Patentansprüche

1. System zum Bestimmen eines Gefahrenpegels für das Auftreten eines Reifenschadens eines an einem Fahrzeug montierten Reifens und zum Informieren einer Person über den Gefahrenpegel gemäß dem Bestimmungsergebnis, wobei das System aufweist:

- eine Reifenfülldruckmeßeinrichtung zum Überwachen eines Reifenfülldrucks des montierten Reifens;
- eine Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung zum Überwachen einer Reifenlaufgeschwindigkeit des montierten Reifens;
- eine Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung, die mindestens in einem Fall, wenn die durch die Überwachung erhaltene Reifenlaufgeschwindigkeit höher ist als eine vorgegebene Bezugsgeschwindigkeit, einen Gefahrenpegelbestimmungswert, der eine Kenngröße anzeigt, die eine Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens darstellt, aus dem durch die Überwachung durch die Reifenfülldruckmeßeinrichtung erhaltenen Reifenfülldruck und

aus der durch die Überwachung durch die Reifenlaufgeschwindigkeitsmeßeinrichtung erhaltenen Reifenlaufgeschwindigkeit basierend auf einer Gefahrenpegelbestimmungsfunktion berechnet und den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens vom Gefahrenpegelbestimmungswert bestimmt; und

eine Anzeigeeinrichtung zum Informieren einer Person über den Gefahrenpegel für das Auftreten eines Reifenschadens des montierten Reifens gemäß dem Bestimmungsergebnis des Gefahrenpegels;

wobei die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion eine Funktion der Reifenlaufgeschwindigkeit und des Reifenfülldrucks ist, wobei, mindestens wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit sich in einem Geschwindigkeitsbereich oberhalb des vorgegebenen Referenzwertes befindet, ein Funktionswert monoton ansteigt, wenn die Reifenlaufgeschwindigkeit zunimmt, und der Funktionswert ansteigt, wenn der Reifenfülldruck abnimmt.

2. System nach Anspruch 1, wobei die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion eine erste lineare Funktion aufweist, die in einem Geschwindigkeitsbereich definiert ist, in dem die Geschwindigkeit kleiner ist als die Bezugsgeschwindigkeit oder ihr gleicht, deren Funktionswert unabhängig von einer Erhöhung der Reifenlaufgeschwindigkeit konstant bleibt oder linear mit der Reifenlaufgeschwindigkeit zunimmt, und eine zweite lineare Funktion, die in einem Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit definiert ist, deren Funktionswert linear mit der Reifenlaufgeschwindigkeit zunimmt; wobei die erste lineare Funktion und die zweite lineare Funktion bei der Bezugsgeschwindigkeit verbunden sind und ein Gradient der zweiten linearen Funktion bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit größer ist als ein Gradient der ersten linearen Funktion bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit.

3. System nach Anspruch 2, wobei der Gradient der ersten linearen Funktion und der Gradient der zweiten linearen Funktion durch den Reifenfülldruck bestimmt sind.

4. System nach Anspruch 3, wobei der Gradient der ersten linearen Funktion größer oder gleich 0 und kleiner oder gleich dem 0,02-fachen eines berechneten Wertes ist, der von der ersten linearen Funktion bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit von 0 unter einer Bedingung erzeugt wird, daß ein vorgeschriebener Reifenfülldruck des montierten Reifens vorliegt; und der Gradient der zweiten linearen Funktion größer als das 0,02-fache und kleiner als oder gleich dem 1,0-fachen des berechneten Wertes ist, der von der ersten linearen Funktion bei der Reifenlaufgeschwindigkeit von 0 unter der Bedingung erzeugt wird, daß ein vorgeschriebener Reifenfülldruck des montierten Reifens vorliegt.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung einen Summenwert, der gemäß einer Nutzungsdauer des montierten Reifens bestimmt wird, zu einem berechneten Wert addiert, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion erzeugt wird, wodurch der Gefahrenpegelbestimmungswert berechnet wird.

6. System nach Anspruch 5, wobei die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung eine Nutzungsdauer des montierten Reifens mit einem Funktions-Referenzwert multipliziert, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit berechnet wird, die durch Multiplizieren der Bezugsgeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Wert erzeugt wird, der größer ist als 1, wodurch der Summenwert er-

halten wird.

7. System nach Anspruch 5, wobei die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung eine Summe von in der Vergangenheit von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion berechneten Werten für den montierten Reifen mit einem Funktions-Referenzwert multipliziert, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit berechnet wird, die durch Multiplizieren der Bezugsgeschwindigkeit mit dem vorgegebenen Wert, der größer ist als 1, erzeugt wird, wodurch der Summenwert erhalten wird.

8. System nach Anspruch 5, wobei die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung einen gewichteten Mittelwert berechnet zwischen: einem Wert, der erzeugt wird durch Multiplizieren eines Produkts zwischen einer Nutzungsdauer des montierten Reifens und einem Funktions-Referenzwert, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion bei einer Reifenlaufgeschwindigkeit erhalten wird, die durch Multiplizieren der Bezugsgeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Wert, der größer ist als 1, erhalten wird, mit einer vorgegebenen Anzahl; und einem Wert, der erzeugt wird durch Multiplizieren eines Produkts zwischen einer Summe von in der Vergangenheit von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion berechneten Werten für den montierten Reifen und dem Funktions-Referenzwert, mit einer vorgegebenen Anzahl, wodurch der Summenwert erhalten wird.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Gefahrenpegelbestimmungsfunktion, wenn der Reifenfülldruck ein fester Wert ist, bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit eine Funktion ist, die durch Nähern einer charakteristischen Funktion eines Rollwiderstandswertes, die eine Abhängigkeit des Rollwiderstands des montierten Reifens von der Reifenlaufgeschwindigkeit anzeigt, unter Verwendung von zwei bei der Bezugsgeschwindigkeit miteinander verbundenen geradlinigen oder gekrümmten Funktionen und durch Multiplizieren jeder dieser geradlinigen oder gekrümmten Funktionen mit einem vorgegebenen Koeffizienten erhalten wird; wobei ein Wert des Koeffizienten, der im Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit verwendet wird, ein Wert ist, der einem Wert des Koeffizienten, der im Geschwindigkeitsbereich verwendet wird, in dem die Geschwindigkeit der Bezugsgeschwindigkeit gleicht oder kleiner als diese ist, gleicht oder größer als dieser ist.

10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei Empfindlichkeitskoeffizienten, die Gradienten der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion bezüglich der Reifenlaufgeschwindigkeit anzeigen, und die einen ersten Empfindlichkeitskoeffizienten für einen Geschwindigkeitsbereich, in dem die Geschwindigkeit der Bezugsgeschwindigkeit gleicht oder kleiner als diese ist, und einen zweiten Empfindlichkeitskoeffizienten für einen Geschwindigkeitsbereich oberhalb der Bezugsgeschwindigkeit aufweisen, linear abnehmen, wenn der Reifenfülldruck zunimmt.

11. System nach einem der Ansprüche 1 bis 10, ferner mit einer Belastungsmeßeinrichtung zum Überwachen einer Reifenbelastung während der Fahrt des Fahrzeugs; wobei die Gefahrenpegelbestimmungseinrichtung ein Reifenbelastungsverhältnis basierend auf einer durch die Belastungsmeßeinrichtung durch Überwachung erhaltenen Belastung berechnet und einen berechneten Wert einstellt, der von der Gefahrenpegelbestimmungsfunktion basierend auf dem Reifenbelastungsverhältnis erzeugt wird.

12. Verfahren zum Bestimmen eines Gefahrenpegels für das Auftreten eines Reifenschadens eines an einem Fahrzeug montierten Reifens und zum Informieren einer Person über den Gefahrenpegel gemäß einem Bestimmungsergebnis unter Verwendung eines Systems nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

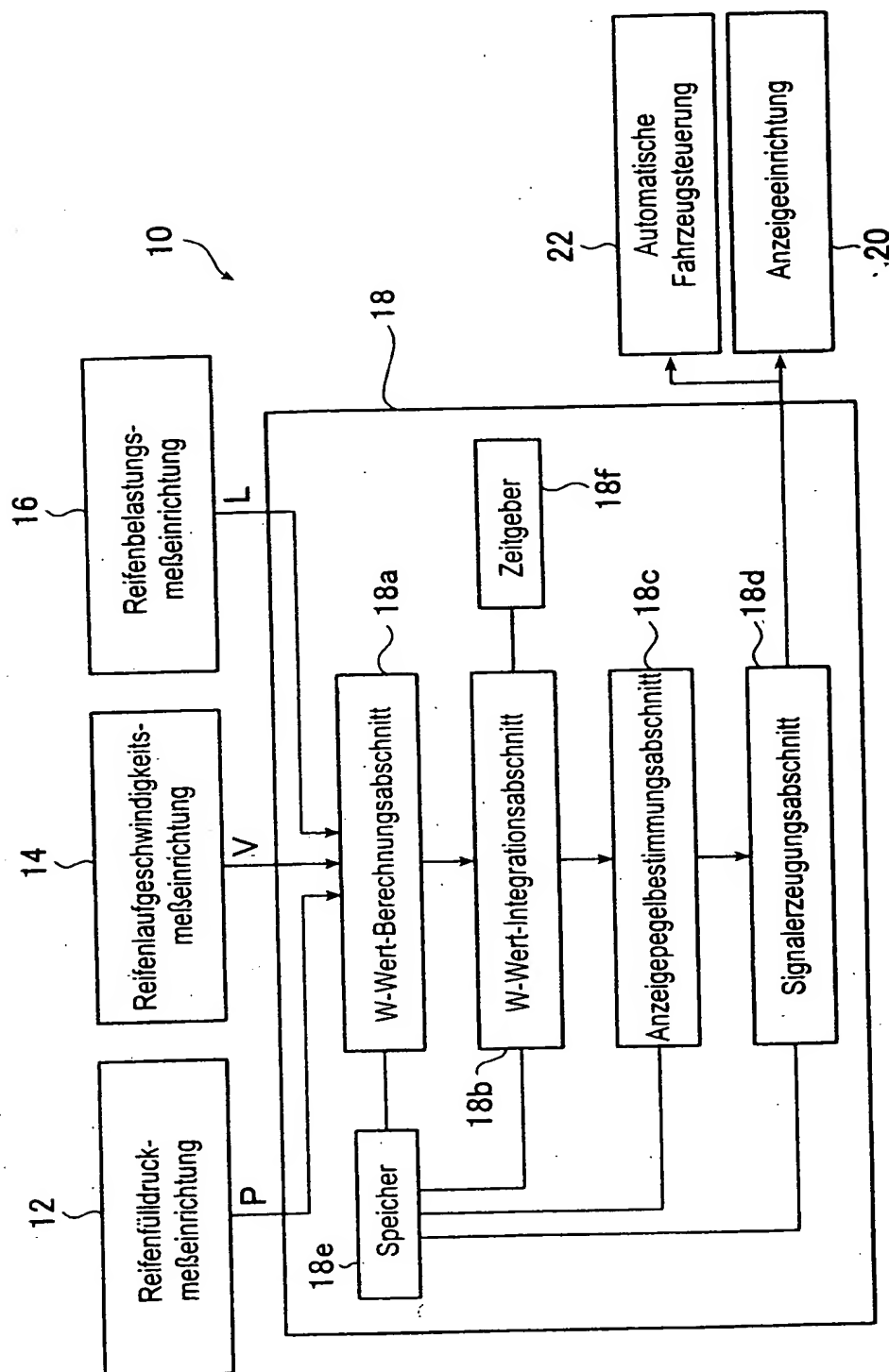


FIG. 2

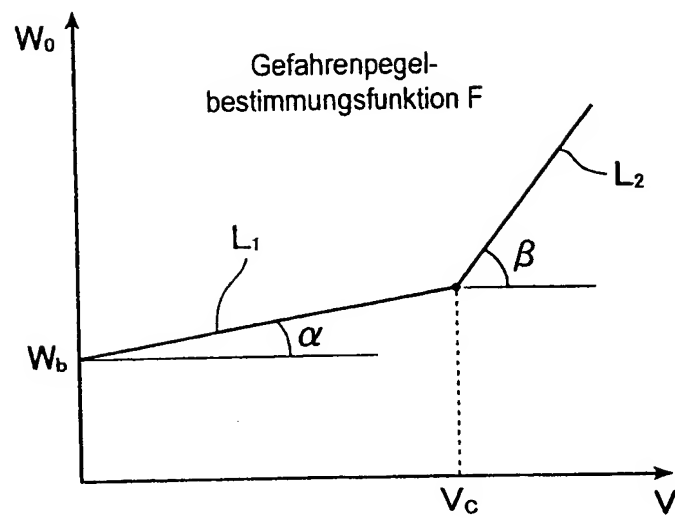


FIG. 3

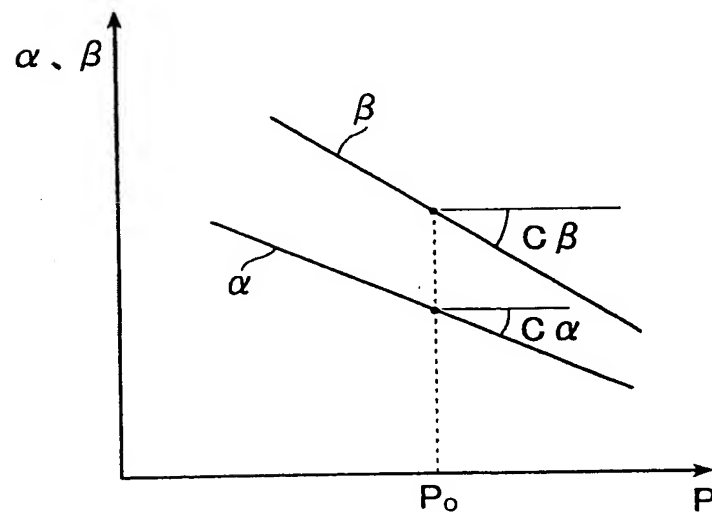


FIG. 4

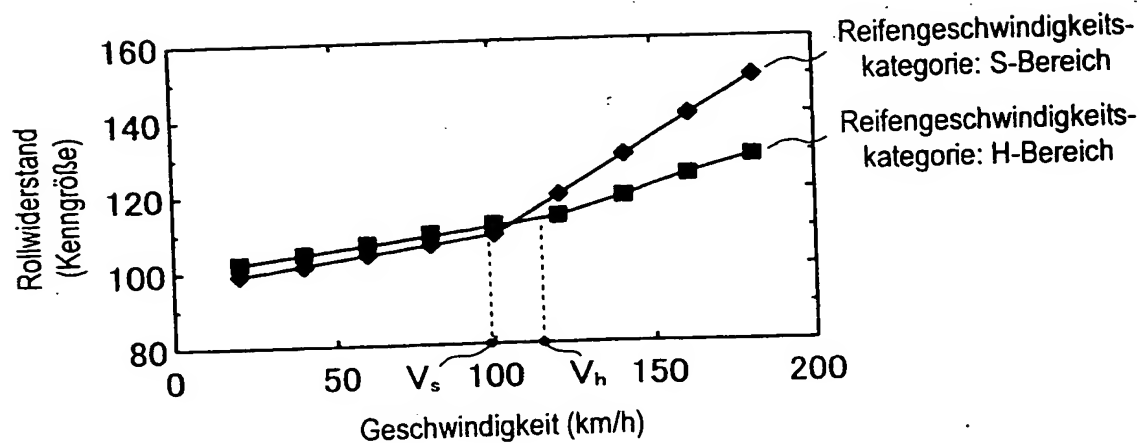


FIG. 5

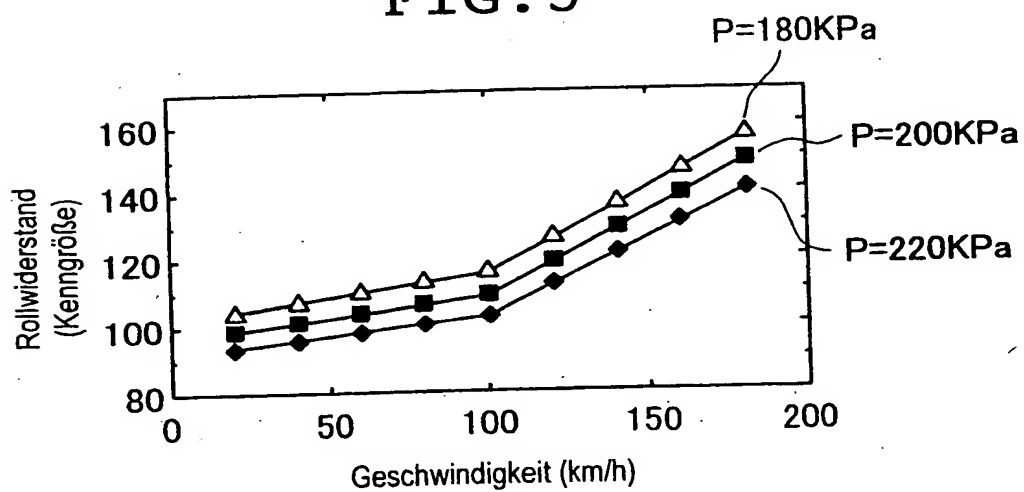


FIG. 6

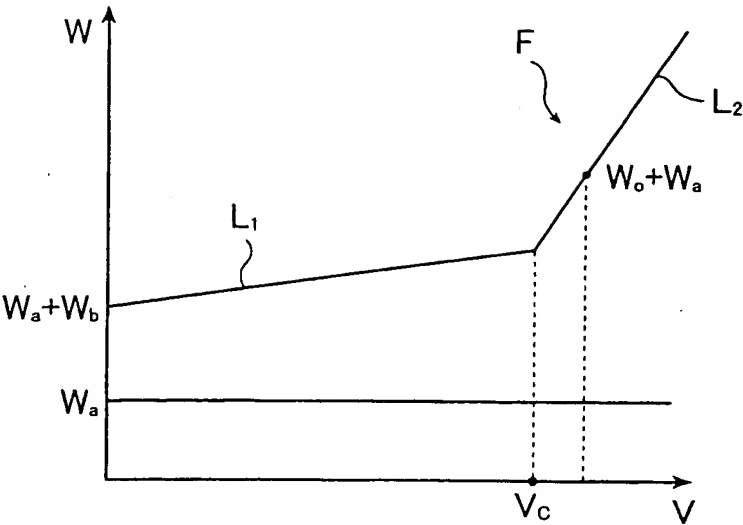
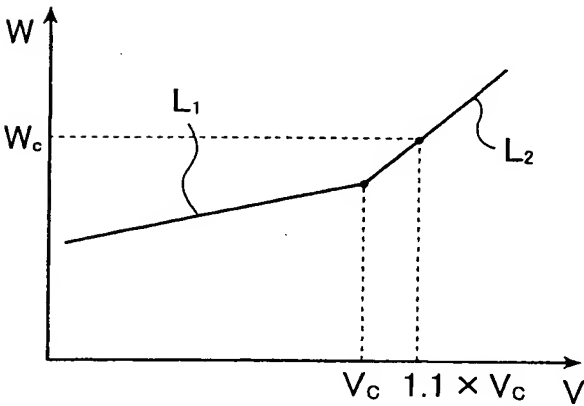


FIG. 7



This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)